

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-299747

(43)Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/10
G02F 1/015
G02F 2/00
H01S 3/102
H01S 3/18
H04B 10/06

(21)Application number : 04-128151

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 21.04.1992

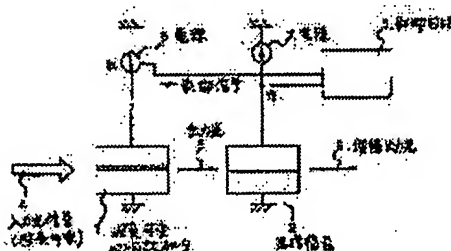
(72)Inventor : NITTA ATSUSHI
NAKAMURA KENJI

(54) VARIABLE-WAVELENGTH FILTER DEVICE AND ITS OPERATING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a variable-wavelength filter device wherein a wavelength can be detected and tuned without branching an optical signal and the number of constituent components for a receiver is not increased even when a wavelength multiplexing becomes large and to provide an optical communication system which includes it.

CONSTITUTION: A variable-wavelength filter device is constituted of the following: a variable-wavelength bandpass filter 1 which can change a transmitted wavelength by control from the outside; a light amplifier 2 in which a voltage change is caused between terminals when light is being amplified; and a control circuit 3 which performs a control operation so as to change the transmitted wavelength of the variable-wavelength filter 1 according to the voltage change. By this constitution, an optical signal at a desired wavelength can be selected and detected without branching the optical signal.



(11)特許出願公開番号

特開平5-299747

(43)公開日 平成5年(1993)11月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/10	Z	8934-4M		
G 0 2 F 1/015	5 0 2			
2/00		7246-2K		
H 0 1 S 3/102		8934-4M		
		8426-5K	H 0 4 B 9/ 00	

審査請求 未請求 請求項の数11(全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-128151

(22)出願日 平成4年(1992)4月21日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 新田 淳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 中村 憲司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

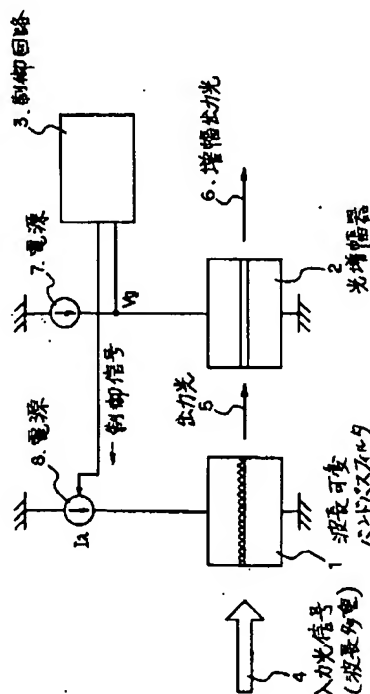
(74)代理人 弁理士 加藤 一男

(54)【発明の名称】 可変波長フィルタ装置およびその使用法

(57) 【要約】

【目的】 光信号を分岐せずに波長を検知、同調でき、更に波長多重度が大きくなっても受信機の構成部品を多くしなくてもよい様にできる可変波長フィルタ装置及びそれを含む光通信システムである。

【構成】 可変波長フィルタ装置は、外部からの制御により透過波長を変化させることができる可変波長バンドパスフィルタ１と、光を増幅している時に端子間に電圧変化が生じる光増幅器２と、電圧変化に応じて可変波長バンドパスフィルタ１の透過波長を変化させるために制御を行う制御回路３から構成される。この構成で、光信号を分岐せずに所望の波長の信号を選択、検知できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外部からの制御により透過波長を変化させることができる可変波長バンドパスフィルタと、光を増幅している時に端子間に電圧変化が生じる光増幅器と、該電圧変化に応じて前記可変波長バンドパスフィルタの透過波長を変化させるために制御を行う制御手段から構成されることを特徴とする可変波長フィルタ装置。

【請求項 2】 前記光増幅器が半導体レーザ構造を有していて、電流注入により形成される反転分布を用いて光増幅を行うことを特徴とする請求項 1 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 3】 外部の光伝送路を進行している光を前記可変波長バンドパスフィルタへ結合する手段と該可変波長バンドパスフィルタからの出力光を前記光増幅器へ結合する手段と該光増幅器からの出力光を外部の光伝送路へ結合する手段とを有していることを特徴とする請求項 1 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 4】 外部の光伝送路を進行している光を前記光増幅器へ結合する手段と該光増幅器からの出力を前記可変波長バンドパスフィルタへ結合する手段と該可変波長バンドパスフィルタからの出力光を外部の光伝送路へ結合する手段とを有していることを特徴とする請求項 1 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 5】 前記可変波長バンドパスフィルタが DFB-LD を用いた DFB フィルタであることを特徴とする請求項 1 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 6】 前記光増幅器が光増幅器の端面帰還が抑制されている進行波型光増幅器であることを特徴とする請求項 2 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 7】 前記端面帰還の抑制が、前記光増幅器の端面に形成された反射防止膜の使用と光の進行する方向に対して斜めに形成された端面の使用とこの両者の併用の内の 1 つによって行なわれていることを特徴とする請求項 6 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 8】 前記可変波長バンドパスフィルタと前記光増幅器が共通基板上にモノリシックに形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の可変波長フィルタ装置。

【請求項 9】 請求項 1 記載の可変波長フィルタ装置と、光検出器と、該光検出器で電気に変換された信号を再生中継して端末機器へ送出する機能と可変波長フィルタ装置へ透過する波長を制御するための信号を送出する機能を有している制御回路からなることを特徴とする光受信装置。

【請求項 10】 請求項 9 の光受信装置が少なくとも 1 つ含まれていることを特徴とする光通信システム。

【請求項 11】 請求項 9 の光受信装置が少なくとも 1 つ含まれている波長多重光通信システムであり、かつ、波長多重されている光がすべて前記可変波長バンドパスフィルタのストップバンド内にあることを特徴とする光

通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、透過波長を変化させることが可能な光バンドパスフィルタないし可変波長フィルタ装置とその使用法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 波長多重光通信システムでは、複数の波長の光から 1 つの波長の光を選択するために波長選択機能を有する部分を受信機内に設けることが必要である。図 12 に波長多重光通信システムの一例を示す。この図は、波長多重光通信で N 対 M の片方向通信を示している。図 12 において、100 は光送信機、101 は光合流器、102 は光ファイバ伝送路、103 は光分岐器、104 は光受信機である。

【0003】 このような波長多重通信の構成で、光送信機 100-I から光受信機 104-J、104-K へ送信する場合、光受信機 104-J、104-K は同じ波長の光を受信できるようにする必要がある。この機能を実行するために、光受信機 104 の中の波長選択機能部分は、例えば、光分波器と分波された光を個々に受信する光検出器から構成され、必要に応じて 1 つの光検出器の出力を用いる。或は、外部からの信号で透過波長域を変化させることができる波長可変バンドパスフィルタを設け、このバンドパスフィルタからの出力光の一部を分岐し、分岐された光信号を波長を検出する機能を有する装置へ入力し、その装置からの出力によって上記波長可変バンドパスフィルタの制御を行う方法などがある。また、別の方法として、入力された光信号を分岐して、固定式のバンドパスフィルタと光検出器を複数個用いることによって同様の機能を得ることができる。

【0004】 前記光分波器を含むような波長選択手段の場合の構成例を図 13 に示した。図 13 において、301 は光分波器、302 は光検出器、303 は光検出器 302 の出力信号のうち 1 つを選択し、端末装置へ電気信号 305 を送る制御装置、304 は光受信機 104 へ入力される光信号である。

【0005】 また、上記波長可変バンドパスフィルタを含むような光受信機（図 15）は、図 14 に示される構成であるような波長選択部 201 を有している。図 15 において、201 は例えば図 14 に示される波長選択部、202 が光検出器、203 が制御装置、204 は光伝送路から入力される光信号、206 は波長選択部 201 の透過波長を指示する制御信号、205 は端末機器へ送出される電気信号である。図 14 に戻って、204 は光受信機 104 へ入力された光信号、401 は外部からの信号で透過波長域を変化させることができる波長可変バンドパスフィルタ、402 は光分岐素子、404 は光検出器、403 は光検出器 404 からの出力信号と外部からの制御信号 206 により、可変波長バンドパスフィ

ルタ401へ制御信号を送る制御回路である。このような構成の場合、直接、波長を知ることは不可能なので、一定の波長領域において波長可変バンドパスフィルタ401の透過波長帯域を掃引させて、波長多重されている信号の対応する波長を知る（各波長信号は何本目かという情報は与えられているものとして）などの方法が必要である。このような方法の場合、例えば、波長多重された光信号は、無信号時でもすべての波長の光が送られていることが必要となる。このような状況で、例えば、バンドパスフィルタ401の透過波長を短波長側から長波長側へ掃引することにより、各波長に対応した検出器404の出力が得られ、予め幾つの波長から多重された信号であるかという情報が与えられていれば、波長多重された光信号のうちの1つの光信号を取り出すことができる。

【0006】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、上記従来例では、複数の波長の光を含む信号から所望の波長の光を選択するために、バンドパスフィルタから出力された光を分岐し、その波長を検出し、その検出結果をもとにバンドパスフィルタの透過波長を制御するか、或は、予め透過波長を設定した固定バンドパスフィルタを複数個用意し、それぞれのバンドパスフィルタの後に光検出器を設置し、電気的に選択するようにして波長選択機能を実施しているために次のような欠点があった。

【0007】(1) 前者の方式の場合、バンドパスフィルタ後で光分岐をするために光検出器へ入力される光信号強度が小さくなってしまう。

(2) 後者の場合、波長多重の数だけバンドパスフィルタと光検出器が必要となり、波長多重度が大きくなると受信機を構成する部品の数が多くなってしまふ。

【0008】また、図13の光分波器を含むような波長選択手段の場合も、波長多重の数だけ光検出器が必要となり、(2)と同様な欠点があった。

【0009】したがって、本発明の目的は、上記の課題に鑑み、光信号を分岐せずに波長を検知、同調でき、更に波長多重度が大きくなっても受信機の構成部品を多くしなくてもよい様にできる可変波長フィルタ装置及びそれを含む光通信システムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明による可変波長フィルタ装置では、外部からの制御により透過波長を変化させることができる可変波長バンドパスフィルタと、光を増加している時に端子間に電圧変化（これは、キャリア量変化による電子のフェルミレベルとホールレベルの間隔の変化に起因する）が生じる光増幅器と、該電圧変化に応じて前記可変波長バンドパスフィルタの透過波長を変化させるために制御を行う制御手段から構成されることを特徴とする。

【0011】より具体的には、前記光増幅器が半導体レ

ーザ構造を有して、電流注入により形成される反転分布を用いて光増幅を行ったり、外部からの光を前記可変波長バンドパスフィルタへ結合する手段と該可変波長バンドパスフィルタからの出力光を前記光増幅器へ結合する手段と該光増幅器からの出力光を外部の光伝送路へ結合する手段とを有したり、外部からの光を前記光増幅器へ結合する手段と該光増幅器からの出力を前記可変波長バンドパスフィルタへ結合する手段と該可変波長バンドパスフィルタからの出力光を外部の光伝送路へ結合する手段とを有したり、前記可変波長バンドパスフィルタがDFB-LDを用いたDFBフィルタであったり、前記光増幅器が光増幅器の端面帰還が抑制されている進行波型光増幅器であったり、前記端面帰還の抑制が、前記光増幅器の端面に形成された反射防止膜の使用と光の進行する方向に対して斜めに形成された端面の使用この両者の併用の内の1つによって行なわれていたり、前記可変波長バンドパスフィルタと前記光増幅器が共通基板上にモノリシックに形成されていたりする。

【0012】また、本発明による光受信機では、前記可変波長フィルタ装置と、光検出器と、該光検出器で電気に変換された信号を再生中継して端末機器へ送出する機能と可変波長フィルタ装置へ透過する波長を制御するための信号を送出する機能を有している制御回路からなることを特徴とする。

【0013】更に、本発明による光伝送システムでは、上記光受信装置が少なくとも1つ含まれていることを特徴とし、また、上記光受信装置が少なくとも1つ含まれている波長多重光通信システムにおいて、波長多重されている光がすべて前記可変波長バンドパスフィルタのストップバンド内にあることを特徴とする。

【0014】本発明によれば、半導体光増幅素子が光を増幅している時の接合（端子間）電圧変化を検出して、その変化電圧にしたがって可変波長バンドパスフィルタの透過波長を制御する制御回路と、こうした可変波長フィルタと光増幅素子とで可変波長バンドパスフィルタ装置を構成することにより、光信号強度を分岐せずに波長を検知し、同調させることができるようにしたものである。

【0015】

【実施例】図1は、本発明の第1の実施例を示し、1は波長可変バンドパスフィルタ、2は半導体光増幅器、3は制御回路、4は波長多重化された入力光信号、5は波長可変バンドパスフィルタ1からの出力光、6は半導体光増幅器2からの出力である増幅出力光、7は半導体光増幅器2を駆動するための電源、8は波長可変バンドパスフィルタ1の透過波長を制御するための電源である。この図1が、従来例の図15の波長選択部201に相当する。

【0016】本実施例の動作を説明する前に、各構成部品についてその構造や動作を説明する。波長可変バンド

パスフィルタ1は、例えば、いわゆる位相シフト型（動的単一モード特性を向上させる為にグレーティングが位相遷移領域を持つもの）DFB-LDフィルタを用いることができる。このような位相シフト型DFB-LDフィルタは、電子情報通信学会論文誌C-I, Vol. J73-C-I, No. 5 (pp. 347-353, 1990年5月)に記載されている沼尾貴陽氏の論文「半導体可変波長フィルタの現状」中の図8に示されるようなものを使用することができる。このような可変波長バンドパスフィルタは、活性領域へ注入する電流と位相調整領域へ注入する電流を適当に組み合わせることにより、9.5 Åの範囲で透過ピーク波長を変化させることができるようになっている。

【0017】半導体光増幅器2は、例えば、普通の半導体レーザの端面に反射防止膜が形成されている進行波型半導体光増幅器(TWA)を用いることができる(本実施例では、1.5 μm帯の半導体レーザをもとにした)。このような半導体光増幅器2は、定電流注入で入力光があり増幅動作が生じている時には、接合の両端(端子間)に印加される電位が変化する特徴がある。このような両端電圧の変化は増幅率が大きいほど顕著に観測できるものである。本実施例は、このような現象を利用する。

【0018】次に本実施例の動作について説明する。まず最初に情報を伝送している入力信号(波長多重)4の形態について述べる。波長多重信号の形態はその通信方式等により設定されるものであるが、ここでは本実施例の動作を説明しやすくするために、図2に示すように、各波長ごとにDCバイアス(P_{DC})のある光デジタル信号(P_{R})であることにする。波長多重の状態は、図3に示したように、1.5525 μmから0.0025 μm間隔に5波多重($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$)されているものを使用した。このDFBフィルタ1を用いた場合、最初、通信に用いている波長はすべてDFBフィルタ1のストップバンド内にあるように設定する。

【0019】光信号の流れは、波長可変バンドパスフィルタ1へ入力信号4が入力され、その時の動作状況によって決まる波長可変バンドパスフィルタ1の透過特性によって出力光5が得られ、出力光5がさらに光増幅器2へ入力、増幅されて増幅出力光6となる。この時、波長可変バンドパスフィルタ1の透過帯域を制御する電源8からの電流Iλを、例えば、透過帯域が短波長側から長波長側に徐々に移動するように設定しておくことにより、出力光5は図3に示された入力信号4の複数の波長の光が短波長側から1波長ずつ順次あらわれるようになる。

【0020】上記の動作を図4～図6を用いて説明する。図4は、波長可変バンドパスフィルタ1の透過波長を、電流Iλを調整することにより、時間的に短波長側から長波長側へ変化させていることを示している。この

図4の動作にしたがって、波長可変バンドパスフィルタ1からの出力光5は、図5に示すように、一定間隔で光出力が得られ、それぞれの光出力5は、その時点での波長可変バンドパスフィルタ1の透過波長に一致した波長の光となっている。図6は、図5で示された出力光5が光増幅器2へ入力されたときの光増幅器2の両端電圧の変化を示したものである。これは、光増幅器2を定電流駆動しているので、光増幅器2への入力光つまり出力光5があるときに、増幅するためにキャリアを消費し、光増幅器2への印加電圧が上昇する模様を示している。

【0021】次に制御回路3を含めて動作を説明する。光増幅器2は電源7により定電流動作させ、光増幅器2の印加電圧 V_{A} は制御回路3で監視している。また、波長可変バンドパスフィルタ1の透過波長を制御するための電流は電源8から供給し、その電流量は、制御回路3によって制御する。

【0022】制御回路3には、外部から、どのチャンネルを選択するか情報が与えられている。制御回路3は、上述した様に、電源8へ制御信号を送り波長可変バンドパスフィルタ1の透過中心波長が短波長側から長波長側に変化するようにする。制御回路3から電源8へ制御信号を送る一方で、制御回路3は光増幅器2の両端電圧 V_{A} の変化を監視して、何チャンネル目が透過しているかを認識している。そうして、チャンネル数が制御回路3に外部から与えられた選択チャンネルと一致した時に、制御回路3は電源8へ制御信号を送り、波長可変バンドパスフィルタ1の透過中心波長の掃引を止めて固定する。この様にして波長選択が行なわれ、受信機の光検出器で選択波長信号が検出される。

【0023】図7は本発明の第2の実施例を示す図面である。同図において、第1実施例と同一部材は同一番号をつけてある(波長可変バンドパスフィルタ1、光増幅器2、制御回路3、入力信号4、増幅光出力6、電源7、8である)。また、9は光増幅器2からの増幅光、10は増幅光9が波長可変バンドパスフィルタ1で反射して戻る反射増幅光である。

【0024】第1実施例と同様に、図7では光信号と波長可変バンドパスフィルタ1や光増幅器2との間の結合手段は省略してあるが、レンズ等を用いることにより効率よく結合させることができる。

【0025】次に第2実施例の動作を説明する。光増幅器2は、電源7により定電流動作をさせる。波長可変バンドパスフィルタ1は、電源8からの電流量で透過中心波長を制御される。入力光信号4が光増幅器2へ入力されると増幅されて増幅光9となり、波長可変バンドパスフィルタ1へ入力される。波長可変バンドパスフィルタ1の透過波長以外の波長の光はここで反射され反射増幅光10となり(この時、最初、波長多重伝送に用いられている波長のすべてはDFBフィルタ1のストップバンド内にあるように設定しておく)、透過波長の光は増幅

【0026】この時、入力光信号4と反射増幅光10とを構成する異なる波長の光信号の数（この実施例では入力光信号4の波長数は5個）が同じ時と異なる時（つまり、1つの波長の光が波長可変バンドパスフィルタ1を透過して、反射してこない時）では、光増幅器2に印加される電圧が異なることになる。異なる時の方が電圧が低くなる（この時のDFBフィルタ1からの出力を図8（a）に、光増幅器2の電圧変化を図8（b）に、第1実施例の図5、6に対応するものとして示した）。この電圧変化を制御回路3で検出することにより、その時に波長可変バンドパスフィルタ1を信号光が透過しているかどうかを知ることができる。第1実施例と比較すると、入力光信号4の多重化された光のうち1つの波長の光が増幅出力光6となっている時に、光増幅器2の電圧が小さくなる（第1実施例では大きくなる）点が異なる点である。したがって、第1実施例とほぼ同様の制御をすることによって、所望の波長を透過するように波長可変バンドパスフィルタ1を調整することができる。他の点は第1実施例と同じである。

【0028】本素子は分離溝25により4つに分割されているが、各部を活性領域22、位相調整領域23、光増幅領域24と呼ぶことにする。なお、この実施例ではリッジ型構造を用いているが、埋め込み構造など半導体レーザに用いることができる導波構造であればどのような構造であってもよい。

【0030】基本的な動作は第1実施例と同じなので簡単に述べておく。電源20により活性領域22へ注入する電流は、2つの活性領域22と位相調整領域23から構成されるDFB-LD構造の部分（波長可変フィルタ部28と呼ぶ）が発振しないでかつ、可能な限り多くなるように設定しておく。また、光増幅領域24は電源7により定電流駆動しておく。

【0031】このような状態で、入力信号4（例えば図2、3に示される）を適当な結合手段（例えば、レンズや先球光ファイバ）で本実施例の波長可変フィルタ部28の導波路へ入力する。DFBフィルタ部28の透過波長帯域に入力光信号4の一部が一致していれば、その波長の光だけが光増幅部24へ入力し、増幅作用をうけて光増幅出力光6になる。この増幅時に、キャリアを消費することにより、光増幅部24の両端電圧が変化する。この両端電圧の変化を検出することにより、制御回路3は電源21へ制御信号を送信し、位相調整領域23へ注入する電流を制御し、透過波長を調整することができる。

【0032】図11では、本実施例を第1実施例に適用したものゝ説明したが、入出力を図11と逆に用いることにより第2実施例に用いることができる素子となる。

【0033】本実施例では、InP系の材料を用いて説明を行ったが、GaAs系など他の半導体レーザを構成することが可能な材料であれば、本実施例と同じ機能を有するものを構成することができる。

【発明の効果】以上説明したように、チューナブル（可変波長）バンドパスフィルタと、光増幅器と、光増幅器の電圧変化に応じてチューナブルフィルタの透過中心波長を制御する制御手段とからなる可変波長フィルタ装置を用いることにより、出力光を分岐してモニターせずにバンドパスフィルタ中心波長を信号光波長に一致させることが可能となる。

【0035】また、このようなフィルタ装置を光波長多重通信の光受信機に用いることにより、光検出器へ入力される光量を減らさないですみ、かつ、波長多重度がたとえ増加しても構成を簡略にすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例の構成をあらわす図。

【図2】入力光信号の時間波形を示す図。

【図3】 入力光信号を構成する波長を示す図。

【図4】第1実施例の波長可変バンドパスフィルタの透過ピーク波長の時間変化を説明するための図。

【図5】第1実施例の増幅出力光の波長の時間変化を説明するための図。

【図6】第1実施例の光増幅器の両端電圧の時間変化を説明するための図。

【図7】本発明の第2の実施例の構成をあらわす図。

【図8】 (a)は第2実施例のDFBフィルタからの出

力光の波長の時間変化を説明するための図、(b)は光増幅器の両端電圧の時間変化を説明するための図。

【図9】本発明を実施した集積化したデバイスの斜視図。

【図10】図9のA-A'断面図

【図11】図9で示されるデバイスの使用例を示す図。

【図12】波長多重光通信システムの一例を示す図。

【図13】光分波器を含む光受信機の一例を示す図。

【図14】可変波長バンドパスフィルタを含む波長選択部の一例を示す図。

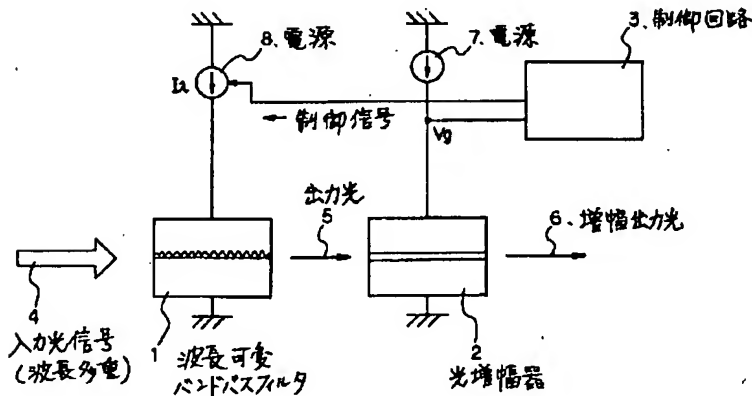
【図15】波長選択部を持つ光受信機の一例を示す図。

【符号の説明】

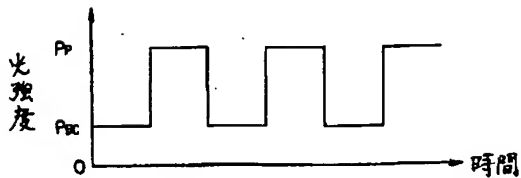
- 1, 401 波長可変バンドパスフィルタ
- 2 光増幅器
- 3, 403 制御回路
- 4 入力光信号
- 5 出力光
- 6 増幅出力光
- 7, 8, 20, 21 電源
- 9 増幅光
- 10 反射増幅光
- 11 基板

- * 12, 16 クラッド層
- 13 光ガイド層
- 14 キャリアブロック層
- 15 活性層
- 17 キャップ層
- 18, 19 電極
- 21 反射防止膜
- 22 活性領域
- 23 位相調整領域
- 24 光増幅領域
- 25 分離溝
- 26 グレーティング
- 28 波長可変フィルタ部
- 100 光受信機
- 101 光合流器
- 102 光ファイバ
- 103, 402 光分岐器
- 104 光受信機
- 201 波長選択部
- 202, 302, 404 光検出器
- 203, 303 制御装置
- * 301 光分波器

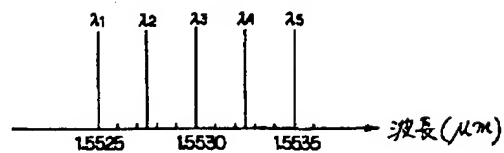
【図1】



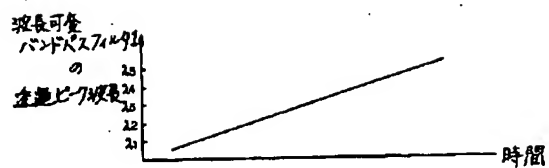
【図2】



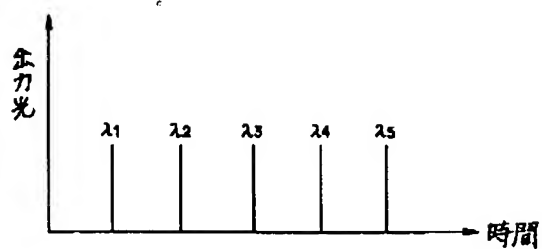
【図3】



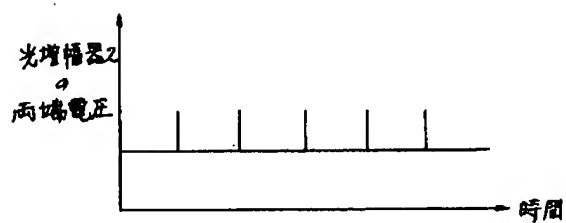
【図4】



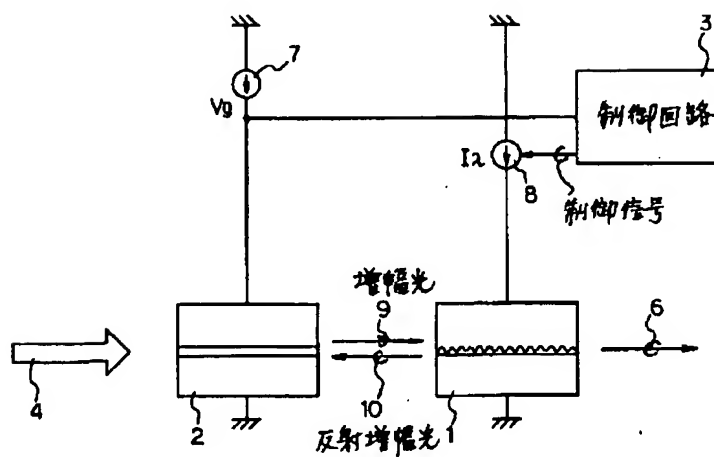
【図5】



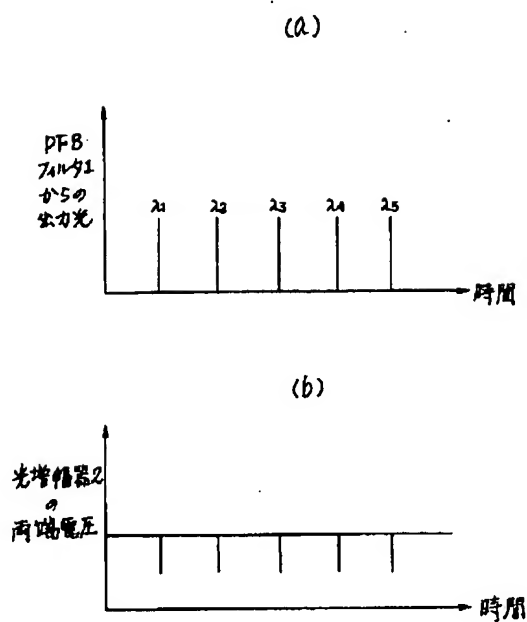
【図6】



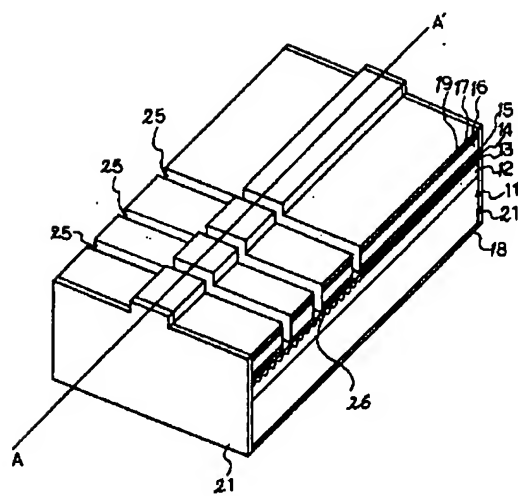
【図7】



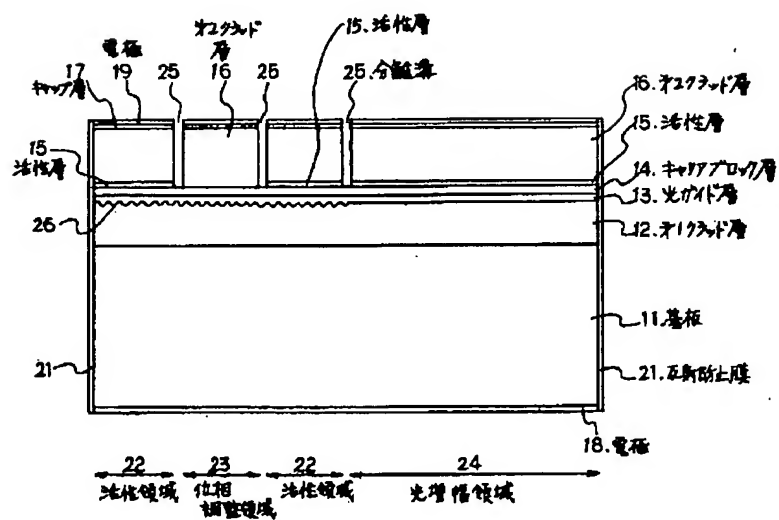
【図8】



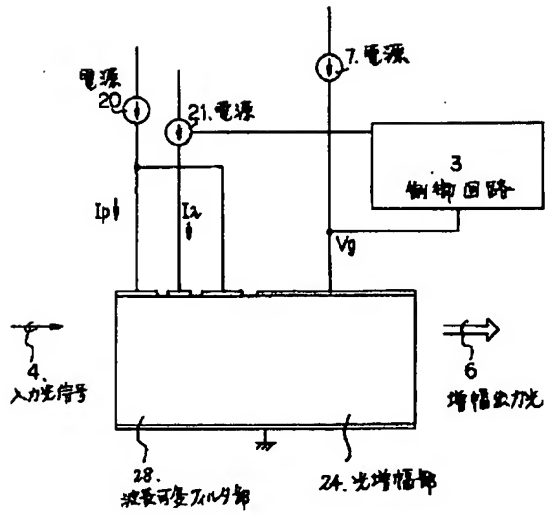
【図9】



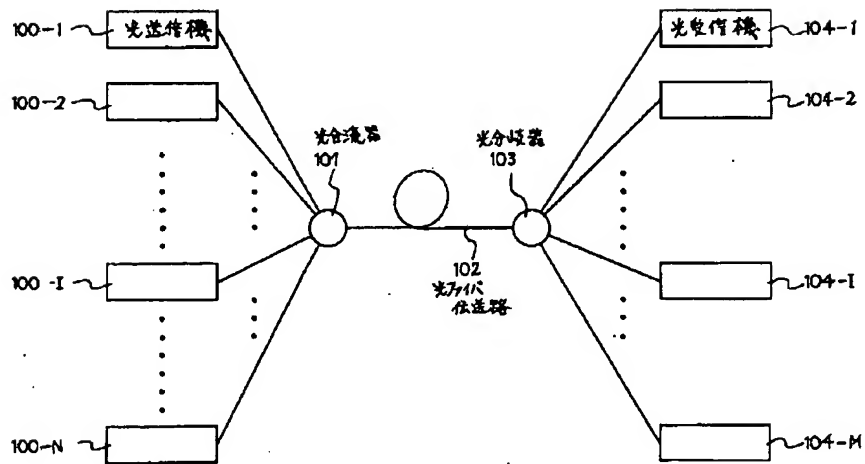
【図10】



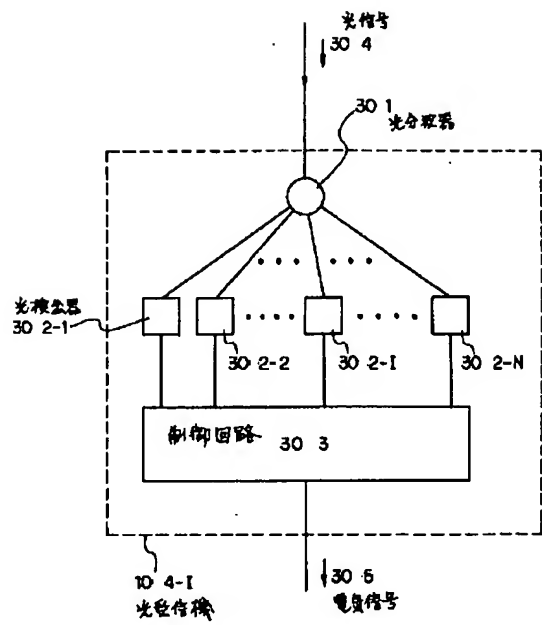
【図11】



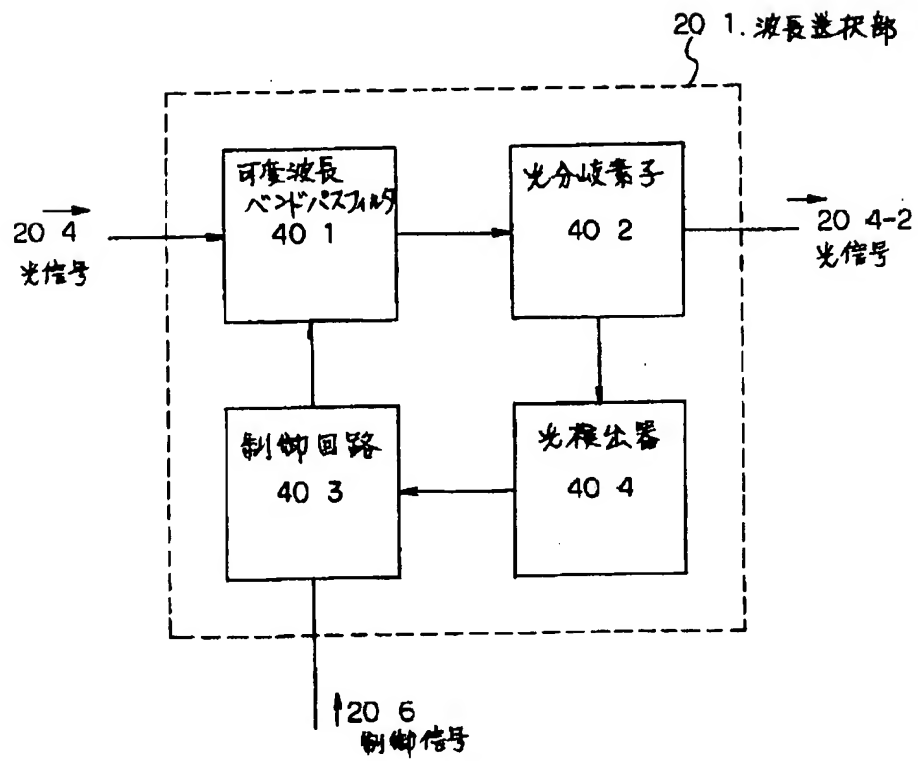
【図12】



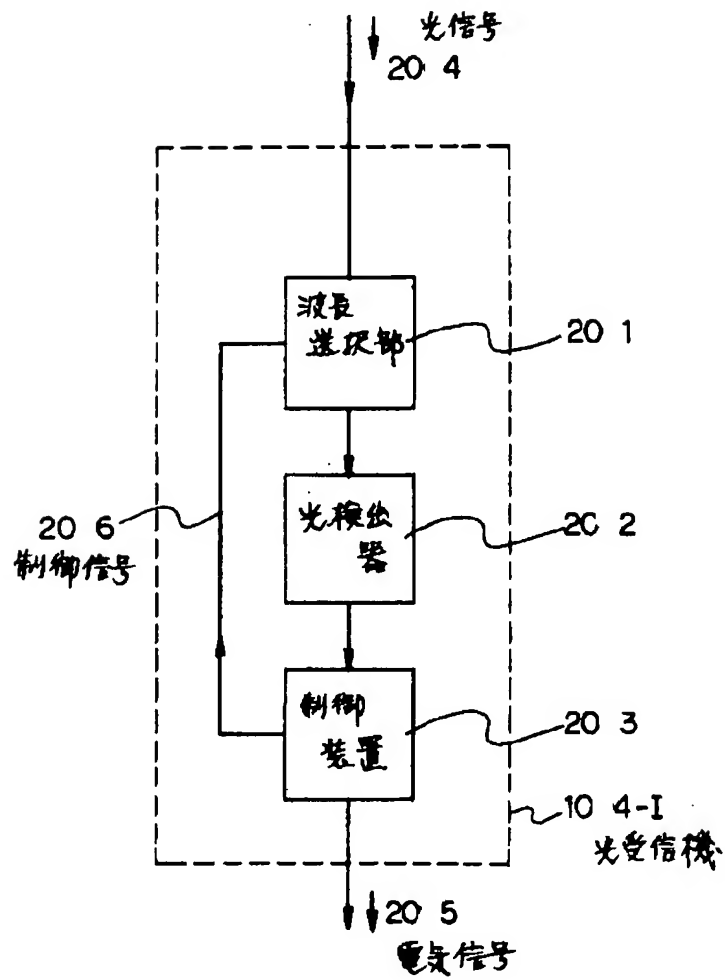
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

H 0 1 S 3/18

H 0 4 B 10/06

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所